

Foto: Leonardo Lemos Almeida

COMUNICADO  
TÉCNICO

316

Belém, PA  
Outubro, 2019

**Embrapa**

# Montagem de extratores de solução do solo e seus coletores com materiais alternativos

Juliana Feitosa Felizzola  
Leonardo Lemos Almeida  
Patrícia Silva dos Santos

# Montagem de extratores de solução do solo e seus coletores com materiais alternativos<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Juliana Feitosa Felizzola, nutricionista, doutora em Química, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA. Leonardo Lemos Almeida, graduando em Química na Universidade Federal do Pará, estagiário da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA. Patrícia Silva dos Santos, técnica em Saneamento Ambiental, estagiária da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

## Introdução

Os extratores de solução de solo são utilizados para a obtenção da fase líquida do solo. Esta, geralmente, é abordada sob dois aspectos: o quantitativo, que se relaciona com a quantidade de água existente no solo e seu movimento em função de gradientes de energia e permeabilidade, sendo com frequência chamada de água do solo; e o qualitativo, que busca analisar os íons nela dissolvidos, bem como os efeitos de sua concentração no comportamento das plantas e do solo, sendo chamada de solução do solo, cuja composição varia em função dos aspectos físicos, químicos e biológicos do ambiente, tais como pH, teor de matéria orgânica, adição de produtos químicos, forma de manejo do solo, clima, dentre outros (Meurer; Anghinoni, 2004).

A solução do solo é o meio pelo qual as espécies químicas dissolvidas chegam até a superfície das raízes das plantas (Souza et al., 2002). Em relação ao aspecto de fertilidade, a água é o veículo de absorção dos nutrientes que são liberados na fase sólida (Reichert, 2007), sendo essencial para o manejo do uso da água, registro

de pesticidas, destino de xenobióticos, monitoramento de descarte de mineração e indústrias, manejo de nutrientes agrícolas e florestais, ecossistemas, ecologia e proteção ambiental. Hoje em dia, a água e o fluxo de soluto podem ser monitorados utilizando-se métodos in situ ou medições geofísicas minimamente invasivas.

Os extratores de solução do solo são reconhecidos como um método direto e simples para a coleta de solução do solo na zona não saturada ou vadosa (Weihermüller, 2005). Esse método possui a vantagem de produzir um desprezível distúrbio físico ao redor da cápsula porosa, afetando pouco o processo de percolação natural, além de possibilitar a coleta de solução do solo em várias profundidades ao longo do tempo, o que permite uma avaliação temporal e espacial do fluxo de solução, com uma simples instalação e baixo investimento, como descrito por Blanco (2006).

O extrator é constituído por uma cápsula porosa de cerâmica anexada à extremidade de um tubo, onde internamente existem dois outros tubos menores conectados à cápsula, os quais

servem para controle de vácuo e para a coleta da solução do solo. As cápsulas são fabricadas com diversos materiais, com a finalidade de minimizar o efeito de sorção e contaminação da própria cápsula com metais e outros elementos. Finalizado o procedimento de instalação desse equipamento no campo, a cápsula porosa deve estar em contato direto com o sistema capilar do solo (Weihermüller, 2005; Blanco, 2006).

A solução do solo coletada no extrator é composta pela solução que se move nos poros intra-agregados, cuja velocidade é baixa, e pela solução que se desloca nos poros interagregados, ou seja, em sistemas porosos de maiores dimensões (canais deixados pelas raízes mortas das plantas e bioporos), nas macroporosidades (pouco efeito capilar) e microporosidades (muito efeito capilar) e de forma contínua via fluxo preferencial (possuindo nenhum efeito capilar). As diferentes soluções do solo que são coletadas pelos extratores instalados em campo dependem da estrutura do solo e das condições de umidade do solo antes e durante a amostragem. Isto afeta a composição das amostras coletadas em campo, além disso, as variações nas amostras de solo e na zona de influência são resultantes dos diferentes métodos, materiais empregados na construção e nos próprios métodos de instalação e operação no campo (Bitencourt, 2014).

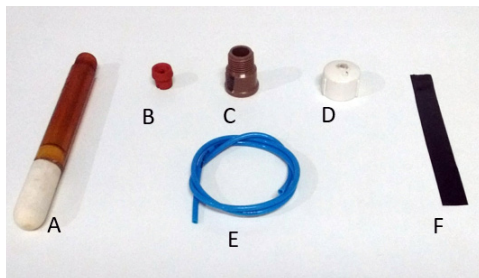
Neste sentido, este comunicado técnico tem o objetivo de apresentar adaptações de montagem para extratores de solução solo com cápsula porosa.

Dependendo da análise a ser realizada, a cápsula deverá ser escolhida de acordo com os compostos a serem detectados. Neste caso, o extrator foi montado com materiais de fácil acesso no mercado e já possuía a cápsula porosa acoplada no extrator de sucção. No entanto, tubos de PVC podem ser utilizados e anexados à cápsula, em razão de seu baixo custo benefício. Como é um sistema que funciona a vácuo, as peças devem ser minuciosamente medidas e montadas para que não haja risco de entrada de ar nos interstícios do material durante a sua montagem.

## Material e métodos

### Extratores de solução do solo

- a) Tubo extrator conectado à cápsula de porcelana em uma das extremidades.
- b) Adaptador PVC de 20 mm soldável curto.
- c) Mangueira pneumática de poliuretano (PU), Ø externo 4 mm x 2,5 mm.
- d) Septo BD vacutainer.
- e) Cap PVC de 20 mm.
- f) Fita de autofusão.
- g) Furadeira elétrica.
- h) Tesoura.



**Figura 1.** Material necessário para a montagem de extratores de solução do solo: A) tubo extrator; B) septo BD vacuteiner; C) adaptador PVC de 20 mm soldável curto; D) cap PVC de 20 mm; E) mangueira pneumática de poliuretano (PU), Ø externo 4 mm x 2,5mm; F) fita de autofusão.

## Garrafas coletoras de amostras de solução do solo

- a) Frasco de reagente de vidro âmbar 1 L (devidamente descontaminado).
- b) Adaptador PVC de 20 mm soldável curto.
- c) Conexão T em PVC soldável de 20 mm.
- d) Tubo PVC 20 mm.
- e) Tubo de silicone Ø externo 3 mm x 5mm.
- f) Marcador permanente.
- g) Lixa fina de madeira (carborundum CAR 03).
- h) Fita métrica.
- i) Serra manual.

- j) Cola de secagem rápida de cianoacrilato.
- k) Martelo de borracha.



**Figura 2.** Material necessário para a montagem de garrafas coletoras de amostras de solução do solo: A) frasco de reagente de vidro âmbar 1 L B) adaptador PVC de 20 mm soldável curto; C) conexão T em PVC soldável de 20 mm; D) fita de autofusão; E) septo BD vacuteiner; F) tubo PVC 20 mm (2 em tamanho de 3 cm e 1 em 4 cm); G) cola de secagem rápida de cianoacrilato; H) tubo de silicone Ø externo 3 mm x 5mm; I) martelo de borracha.

## Teste e utilização do sistema sondas extratoras – garrafas coletoras

- a) Bomba de vácuo manual.
- b) Torneira de três vias descartável de poliamida.
- c) Proveta.

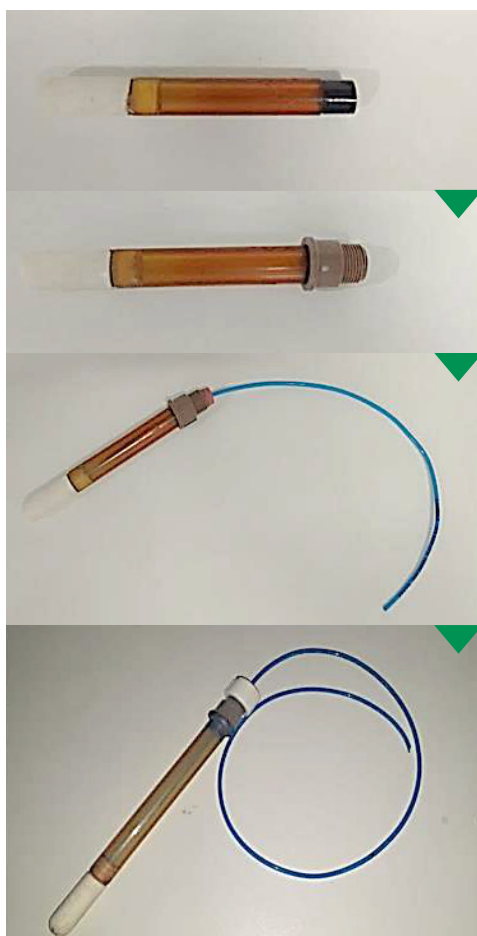


## Procedimento de montagem

### Extratores de solução do solo

- No septo BD vacutainer e na Cap em PVC de 20 mm, devem ser feitos furos no centro com a furadeira elétrica com diâmetro equivalente à mangueira que será colocada no extrator.
- Aplicar a fita de autofusão na extremidade do extrator oposta à capsula de porcelana (três voltas), no intuito de certificar-se do posterior encaixe do adaptador, evitando a passagem do ar.
- Fixar o adaptador na extremidade do tubo.
- Fazer um corte transversal na parte da mangueira pneumática de poliuretano que passará pelo interior da cápsula de porcelana, no intuito de facilitar o processo de sucção das amostras.
- Inserir a mangueira pneumática de poliuretano (PU) no furo do septo e, em seguida, mover a mangueira até o comprimento do tubo extrator, distribuindo o tubo de forma linear no interior do extrator (para garantir a eficiência do procedimento).

- Passar a mangueira pelo interior do extrator até a cápsula de porcelana. Após, o septo precisa ser encaixado ao adaptador, de modo que não haja fluxo de ar entre os sistemas interno e externo no equipamento.
- Inserir a CAP na mangueira, que deve ser rosqueada no adaptador.



Fotos: Patrícia Silva dos Santos

**Figura 3.** Montagem dos extratores de solução do solo.

## Garrafas de amostragem

- a) Em cada septo BD vacutainer, fazer um furo com diâmetro equivalente à mangueira do extrator que irá entrar na garrafa e à mangueira de silicone por onde será aplicado o vácuo.
- b) Com o marcador permanente e a escala métrica, marcar no tubo PVC de 20 mm os pontos onde este será serrado. Deve-se marcar duas porções de 3 cm (para as junções entre os adaptadores e a conexão em T e PVC soldável com Ø 20 mm) e outra de 4 cm (para a junção entre a conexão T e o frasco de reagente âmbar) em cada garrafa. No momento do corte, é necessário cuidado adicional, para que não ocorram deformações que possam ocasionar entrada de ar ou impedimentos na retirada da amostra. O excesso de resíduo do tubo deve ser retirado com auxílio da lixa fina de madeira após o corte.
- c) Com auxílio do martelo de borracha, colocar um pedaço de 3 cm na conexão T e fazer o encaixe sob pressão. Posteriormente encaixar um adaptador nesse pedaço de tubo, sendo aplicada a cola de secagem rápida de cianoacrilato após o encaixe. Repetir o procedimento para a parte adjacente.
- d) Inserir o pedaço de tubo de 4 cm na garrafa. Recomenda-se firmar bem o frasco (sobre algum tecido e superfície de madeira), verificar a medida da boca do frasco, centralizar o martelo de borracha (batendo cuidadosamente na parte de cima do tubo) e, se ele não entrar, lixá-lo superficialmente. Vale ressaltar que não deve ser aplicada muita força nessa etapa, pois a garrafa tende a quebrar com facilidade.
- e) Com semelhante cuidado, encaixar o lado livre da conexão T ao tubo já inserido na garrafa. Recomenda-se que essa etapa seja realizada após a secagem da cola aplicada nas conexões.
- f) Acomodar as conexões e aplicar a cola.
- g) Após a secagem, inserir o septo com furo de menor diâmetro na entrada superior da conexão fixada.
- h) Inserir o tubo de silicone Ø externo 3 mm x 5 mm de mais ou menos 15 cm no outro septo, que deverá ser encaixado à lateral da conexão fixada à garrafa.



**Figura 4.** Montagem das garrafas de amostragem.

## Teste do material produzido

### Extratores de solução do solo

- Imergir a cápsula do extrator em água com este posicionado

verticalmente com uma pequena inclinação.

- Fazer uma conexão entre a mangueira e a bomba de vácuo com uma torneira de três vias descartável.
- Aplicar vácuo no interior do extrator (-40 KPa), com auxílio de bomba de vácuo manual, devendo em seguida isolar o sistema interno.
- Verificar o aumento da pressão produzida durante certo período de tempo. Sendo observado aumento em excesso, deve-se reforçar o sistema de isolamento do extrator. Após, repetir os procedimentos anteriores.



**Figura 5.** Teste do extrator de solução do solo com bomba de vácuo manual.

## Garrafas de amostragem

- a) Aplicar a fita de autofusão sobre todas as conexões do frasco coletor.
- b) Em um dos extratores testados, cuja eficiência já esteja comprovada e com a cápsula já imersa em água, deve-se passar a porção externa da mangueira deste pelo septo da abertura superior da conexão fixada até que esteja alocada pouco abaixo do gargalo da garrafa.
- c) Conectar o tubo de silicone do frasco coletor à bomba de vácuo manual com a torneira de três vias descartável e aplicar -40 KPa, isolando o sistema interno a seguir,
- d) Aguardar durante 5 horas e medir a pressão e o volume coletado. O valor da pressão fica aproximadamente entre -10 KPa e -20 KPa e o volume deve ser no mínimo 90 mL.

Recomenda-se esse resultado para ter uma margem de segurança maior do funcionamento do sistema. Se o vácuo segurar acima do horário estipulado, mais amostras serão coletadas em um período maior de tempo, o que é muito satisfatório para o estudo.

Sendo assim, caso não se obtenha resultados satisfatórios, remontar o

sistema e repetir cuidadosamente todo o procedimento.



Fotos: Leonardo Lemos Almeida

**Figura 6.** Teste da garrafa de amostragem com bomba de vácuo manual.

## Utilização do material

O material foi instalado no município de Igarapé-Açu, PA, no ano de 2014, sendo recolhido em 2015 e devolvido ao Laboratório de Análises de Sistemas Sustentáveis (Lass) da Embrapa Amazônia Oriental. O material passou por processos de limpeza, manutenção e ajustes, sendo por fim encaminhado para o município de Tomé-Açu, PA, durante o ano de 2018. Esses materiais permanecem sendo utilizados no intuito de monitorar a composição química da solução do solo, tendo sido utilizados em seis agrossistemas de uso de solo (vegetação ripária, capoeira de até 20 anos, pastagem, agricultura de derruba e queima, agricultura de corte e trituração e sistemas agroflorestais) em Igarapé-Açu e em sistemas agroflorestais com cultivo de palma de óleo em Tomé-Açu. Extratores e garrafas coletoras instalados nessas duas regiões podem ser observados nas figuras a seguir.





Foto: Juliana Feitosa Felizzola

**Figura 7.** Extrator e garrafa coletora de amostras instaladas em Igarapé-Açu em área de vegetação ripária.



Foto: Patrícia Silva dos Santos

**Figura 8.** Extratores e garrafas coletoras de amostras instaladas em Tomé-Açu em área de sistema agroflorestal.

Os extratores de solução do solo foram instalados em um ângulo de 30° para evitar a resistência da gravidade, em razão da percolação da água nos interstícios do solo e sua profundidade, tendo sido instalados numa profundidade de 20 cm e 60 cm.

## Considerações finais

Antes que se inicie a montagem dos frascos, é importante que haja uma padronização da marca do material de PVC utilizado, em razão das normas de fabricação, que podem variar de uma marca para outra. É interessante que seja seguido o passo a passo de todo o processo, uma vez que foram realizados ensaios laboratoriais para confirmar o funcionamento tanto do extrator como da garrafa, pois os dois operam juntos como um só e o não seguimento do procedimento acima descrito pode ocasionar uma baixa eficiência do sistema.

Recomenda-se que se procure fazer a montagem das garrafas à temperatura ambiente (cerca de 25 °C), pois foi observado que a temperatura dentro de um laboratório com ar-condicionado causa contração térmica no vidro e, como se aplica pressão ao recipiente, a garrafa pode quebrar. Durante a montagem, é importante o cuidado no manuseio das garrafas, evitando contaminação dos frascos com a cola utilizada, para não ocorrer alteração dos resultados.

Observar que, após a montagem das sondas coletoras de solução de solo e das garrafas, estas devem passar pelos procedimentos de pré-instalação realizados em laboratório, que consistem em descontaminação, lavagem do material com água ultrapura (água deionizada) para tirar todos os resquícios de contaminantes, hidratação da cápsula porosa e teste de vazamento dos equipamentos antes de serem instalados in loco.

## Agradecimentos

Aos projetos AgroHidro e SAF Dendê e à Fundação Arthur Bernardes (Funarbe), que é a gerenciadora dos recursos para o andamento da pesquisa.

Ao estagiário Felipe Cruz, do curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Pará (UFPA).

## Referências

- BITENCOURT, D. G. B. **Dinâmica de acidificação e metais no solo e subsolo de solos construídos na área de mineração de carvão de Candiota-RS**. 2014. 125 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- BLANCO, F. F. **Manual de construção e utilização de extratores de cápsula porosa para a obtenção da solução do solo**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 36 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 142).
- MEURER, E. J.; ANGHINONI, I. A Solução do solo. In: MEURER, E. J. **Fundamentos da química do solo**. 2. ed. Porto Alegre: Genesis, 2004. p. 101-129;

REICHERT, J. M. (Ed.). **Fundamentos da ciência do solo**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2007. 169 p. Disponível: <[http://www.fisicadosolo.ccr.ufsm.whoos.com.br/downloads/Disciplinas/FundCiSolo/Apostila\\_FundaCiSolo.pdf](http://www.fisicadosolo.ccr.ufsm.whoos.com.br/downloads/Disciplinas/FundCiSolo/Apostila_FundaCiSolo.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2018.

SOUSA, R. O.; BOHNEN, H.; MEURER, E. J. Composição da solução de um solo alagado conforme a profundidade e o tempo de alagamento, utilizando novo método de coleta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 2. p. 343-348, 2002.

WEIHERMULLER, L. **Comparison of different soil water extraction systems for the prognoses of solute transport at the field scale using numerical simulations, field, and lysimeter experiments**. 2005, 147 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) Universidade de Rheinischen Friedrich-Wilhelms, Alemanha.

Disponível no endereço eletrônico: [www.embrapa.br/amazonia-oriental/publicacoes](http://www.embrapa.br/amazonia-oriental/publicacoes)

**Embrapa Amazônia Oriental**

Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n  
CEP 66095-903, Belém, PA  
Fone: (91) 3204-1000  
[www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

**1ª edição**

Publicação digitalizada (2019)



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



**Comitê Local de Publicação**

**Presidente**

*Bruno Giovany de Maria*

**Secretária-Executiva**

*Ana Vânia Carvalho*

**Membros**

*Alfredo Kingo Oyama Homma, Alysson Roberto  
Baizi e Silva, Andréa Liliane Pereira da Silva,  
Luciana Gatto Brito, Michelliny Pinheiro de  
Matos Bentes, Narjara de Fátima Galiza da Silva  
Pastana, Patricia de Paula Ledoux Ruy de Souza*

**Supervisão editorial e revisão de texto**

*Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana*

**Normalização bibliográfica**

*Luiza de Marillac P. Braga Gonçalves  
(CRB 2-495)*

**Projeto gráfico da coleção**

*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

**Tratamento de fotografias e editoração eletrônica**

*Vitor Trindade Lôbo*

**Foto da capa**

*Leonardo Lemos Almeida*